

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro



B6

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : B29C 67/00	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/46415 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 22. Oktober 1998 (22.10.98)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP98/02154 (22) Internationales Anmeldedatum: 14. April 1998 (14.04.98) (30) Prioritätsdaten: 197 15 582.2 13. April 1997 (13.04.97) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): NOTAR, Walter [AT/DE]; Spitalweg 69, D-89264 Weisenhorn (DE). (71)(72) Anmelder und Erfinder: EDERER, Ingo [DE/DE]; Holzbauerstrasse 4, D-86911 Dießen (DE). (74) Gemeinsamer Vertreter: EDERER, Ingo; Holzbauerstrasse 4, D-86911 Diessen (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>
(54) Title: METHOD FOR MAKING A THREE-DIMENSIONAL BODY (54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM ERZEUGEN EINES DREIDIMENSIONALEN KÖRPERS (57) Abstract <p>The present invention relates to a method for making a three-dimensional body, the construction of which is realized in layers by a purposeful application of material. According to the invention, two different materials are applied to each layer. One is purposefully applied in line along the outer edge of the three-dimensional object in the corresponding section plane, the remaining surfaces being filled with the second material.</p> (57) Zusammenfassung <p>Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zum Erzeugen eines dreidimensionalen Körpers, wobei der Aufbau schichtenweise durch gezieltes Auftragen von Material erfolgt. Erfindungsgemäß werden in jeder Schicht zwei unterschiedliche Materialien aufgebracht. Ein Material wird gezielt linienförmig entlang der Außenkontur des dreidimensionalen Körpers in der jeweiligen Schnittebene aufgetragen, während mit dem zweiten Material Restflächen gefüllt werden.</p> <div data-bbox="784 1346 1187 1577"></div>		

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Verfahren zum Erzeugen eines dreidimensionalen Körpers

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zum Erzeugen eines
5 dreidimensionalen Körpers aus Computerdaten durch computergestützten
schichtenweisen Materialauftrag.

Durch die stetige Verschärfung des internationalen Wettbewerbs mit immer
kürzeren Produktzyklen müssen auch die Entwicklungszeiten reduziert werden. Hier
birgt die schnelle Herstellung von Prototypen ein großes Einsparpotential in allen
10 Entwicklungs- und Designphasen.

Bestehende Verfahren zur computergestützten Herstellung von
dreidimensionalen Gegenständen lassen sich in subtraktive und additive Verfahren
einteilen. Bekanntester Vertreter der ersten Gruppe ist das NC-Fräsen. Nachteile
ergeben sich hier durch die beschränkte Formgebung auch bei Einsatz von bis zu
15 5 Fräsachsen. Desweiteren ist das Verfahren aufwendig, für Einzelstücke teuer und
erfordert eine entsprechende Peripherie mit eingewiesenem Bediener.

In der zweiten Gruppe finden sich neuere Verfahren wie z.B. die
Stereolithographie. Hier wird in einen Behälter mit flüssigem Photopolymer
konstanter Füllhöhe eine Aufzugmechanik eingebracht, die ein Absenken einer
20 Plattform entsprechend der gewünschten Schichtdicke ermöglicht. In einem ersten
Schritt wird über der getauchten Plattform ein Harzfilm genauer Dicke durch einen
Wischer aufgebracht. Der Kunststoff wird anschließend selektiv durch Belichtung
mit einem UV-Laser ausgehärtet. Dazu zeichnet der über einen Kontrollrechner
gesteuerte und im Scanner entsprechend abgelenkte Strahl die Form einer
25 Bauteilschicht und entsprechender Geometrien zum Stützen des Bauteils auf der
Harzoberfläche nach. Anschließend wird die Plattform im Harzbad um eine
Schichtdicke abgesenkt, eine frische Kunststoffschicht aufgebracht und wieder

BESTÄTIGUNGSKOPIE

belichtet. Dieser Vorgang wird bis zur Vollendung des Bauteils wiederholt. Anschließend wird das Bauteil dem Bad entnommen, von übrigen Harzresten gereinigt und die Stützstrukturen entfernt.

Die hohen Anschaffungs- und Betriebskosten beschränken den Einsatz dieses Verfahrens. Zudem ist wegen des flüssigen Kunstharzes eine entsprechende Peripherie zur Reinigung der Bauteile erforderlich.

Die EP-A-0 322 257 beschreibt ein ähnliches Verfahren, bei dem photosensitives Material schichtweise über eine computergenerierte Maske belichtet wird. Nichtbelichtetes Material wird anschließend entfernt und durch nicht photosensitives Material ersetzt. Der Vorgang wird schichtweise bis zur Vollendung des Bauteils wiederholt.

Das Verfahren benötigt aufwendige Reinigungseinrichtungen zum Entfernen des überschüssigen Materials in jeder Schicht. Dabei entsteht eine große Menge noch reaktiven Abfalls.

Diesen Nachteil vermeiden Verfahren wie das in US-A-4, 247 508 beschriebene selektive Lasersintern. Hier wird Pulver in einer dünnen Schicht über der Bauplattform aufgebracht und mittels eines über einen Kontrollrechner gesteuerten und im Scanner entsprechend abgelenkten Laserstrahls aufgeschmolzen. Der Vorgang wird wieder bis zur Vollendung des Bauteils wiederholt. Bei dem Pulver kann es sich z.B. um Kunststoff oder Metall handeln. Bei geschickter technischer Ausführung übernimmt das lose Pulver die Stützaufgabe. Somit genügt es, nicht angeschmolzenes Pulver nach Beendigung der Bauphase abzublasen, um das fertige Bauteil zu erhalten.

Allerdings benötigt auch dieses Verfahren teure Laser, Optiken und Laser-Ablenkeinrichtungen. Zudem bedingt die Körnigkeit des Pulvers (ca. 50 -100 µm durchschnittlicher Korndurchmesser) eine entsprechende Oberflächenrauigkeit der entstehenden Bauteile.

Bei einem am MIT entwickelten und in EP 0 431 924 B1 beschriebenen ähnlichen Verfahren werden dünne Pulverschichten auf eine Grundplatte aufgebracht, die dann durch gezielte Klebstoffzugabe entsprechend des aktuellen Werkstückquerschnitts verfestigt werden. Der Klebstoff wird tröpfchenweise mittels
5 eines Druckkopfs aufgetragen. Das Baumaterial besteht aus dem gebundenen Pulver. Das lose Pulver übernimmt die Stützfunktion und wird nach dem Prozeßende entfernt.

Dieses Verfahren wird hauptsächlich zum Bau von Feingußformen mit Keramik verwendet und weist Nachteile durch das komplexe Pulverhandling auf.
10 Zudem bestehen die Bauteile immer aus einem Pulver - Binder - Verbund, der nie volle Dichte erreicht und damit immer niedrige Festigkeitswerte aufweist.

Beim 'Ballistic Particle Manufacturing' (BPM) der Firma BPM wird geschmolzenes Material tröpfchenweise mit einer Düse aufgespritzt. Die Düse wird hierbei mittels einer Fünfachseinheit verfahren. Dadurch kann auf eine
15 Stützkonstruktion verzichtet werden. Nachteil dieses Verfahrens ist zum einen die lange Bauzeit, da nur mit einer Düse Material aufgetragen wird. Zur Zeit werden zur Reduzierung der Bauzeit nur Hohlmodelle hergestellt. Zum anderen ist die Oberfläche aufgrund des ungleichmäßigen Materialauftrags stark strukturiert.

In WO 95/05943 wird der Ansatz verfolgt, zwei verschiedene Materialien über
20 Tropfenerzeuger zu dosieren. Das erste Material dient zur Erzeugung des Werkstückquerschnitts, das zweite zum Aufbau einer Stützstruktur an den notwendigen Stellen. Nach Abschluß der Bauphase wird die Stützstruktur durch Eintauchen in ein Lösungsmittelbad entfernt. Übrig bleibt das fertige Werkstück, das aus unlöslichem Material besteht.

25 Diese Technik weist insgesamt Vorteile beim Bau filigraner Strukturen auf, aber durch das zweimalige Dosieren wird dieser Prozeß sehr langsam, was zu unakzeptablen Prozeßzeiten führt. Zudem sind den Materialeigenschaften durch die bisher maximalen Prozeßtemperaturen von ca. 80°C im Dosierkopf enge Grenzen gesetzt.

In EP 0 500 225 B1 wird ein Verfahren beschrieben, bei dem ebenfalls zwei Materialien verwendet werden. Mit dem ersten Material, das mit Dosierköpfen selektiv dosiert wird, wird das Bauteil erstellt. Mit dem zweiten Material, dessen Auftragsart nicht weiter spezifiziert wird, entsteht eine Stützkonstruktion.

- 5 Auch hier besteht wieder der Nachteil, daß das Modellmaterial über die Dosierköpfe förderbar sein muß und sich daher eine Einschränkung hinsichtlich der Materialvielfalt und dessen Qualität ergibt. Der technische Aufwand für die Dosierung ist erheblich, da in der Regel eine aufwendige Vorheizung des Materials vonnöten ist. Desweiteren entsteht wiederum bei großen Modellen ein enormer
10 Zeitverlust durch den selektiven Auftrag einer großen Materialmenge.

In Anbetracht der oben geschilderten Probleme der bisherigen Verfahren ist es das Ziel der Erfindung ein schnelles Verfahren zur Herstellung von dreidimensionalen Gegenständen zur Verfügung zu stellen, das einen geringen technischen Aufwand benötigt und geeignet ist in einer Büroumgebung zu arbeiten.

- 15 Gelöst wird die Aufgabe durch ein Verfahren zum Herstellen eines dreidimensionalen Körpers mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs.

Entsprechend der Erfindung kann ein dreidimensionaler Körper in folgenden Schritten hergestellt werden:

- 20 a) Auftragen eines zunächst flüssigen Trennmittels auf eine Bauplattform mittels Einzeltropfenerzeuger an ausgewählten Bereichen, die zum einen dem Schnitt der dünnwandigen Schale des dreidimensionalen Gegenstandes entsprechen und zum anderen eine gitterförmige Struktur über der restlichen Fläche der Bauplattform bilden.
- 25 b) Auffüllen des Formkastens der kompletten Schicht mit einer härtbaren Formmasse.
- c) Härten des zweiten Materials

d) Glätten und Nivellieren der Schicht, so daß die obere Seite des Trennmittels frei liegt.

5 e) Wiederholen der Schritte a) bis d) mit den entsprechend der Körperkontur des Gegenstandes folgenden Querschnitten, um den dreidimensionalen Gegenstand herzustellen.

f) Entfernen der nicht zum Bauteil gehörenden Strukturen aus der Formmasse durch Lösen des Trennmittels.

10 Das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich realisieren mit einem Gerät zur Herstellung dreidimensionaler Gegenstände direkt aus Computerdaten bestehend aus:

einem Mikrocomputer zur Aufbereitung der Daten und Steuerung des Bauprozesses, einer in vertikaler Richtung schrittweise verfahrbaren Bauplattform,

15 einem Dosiergerät zum selektiven Auftragen des Trennmittels, das über eine Mechanik vom Computer gesteuert so bewegt werden kann, daß jeder Punkt der Bauplattform mit Trennmittel versehen werden kann,

einem Dosiergerät zum gleichmäßigen und schnellen Auftrag der Formmasse über die gesamte Bauplattform,

einer Vorrichtung zum Härten der Formmasse und

20 einer Vorrichtung zum Glätten und Nivellieren der durch das Trennmittel und die Formmasse gebildeten Schicht.

25 Der Vorteil der Erfindung gegenüber dem Stand der Technik besteht in der Kombination eines meist linienförmigen, gezielten Materialauftrages mit einem ungezieltem Massenauftragsprozeß zum Füllen der Schicht. Dadurch, daß bei dem ersten Prozeß nur auf geringe Teile des Baufeldes das erste Material aufgetragen wird, wird der Gesamtprozeß deutlich beschleunigt.

Zudem entfällt die Unterscheidung Bau- und Stützmaterial, da in dem Massenauftragsprozeß beides mit dem selben Material entsteht. Die Unterscheidung erfolgt durch die Lage des Materials entweder innerhalb der Schalenberandung und damit Baumaterial oder außerhalb der Berandung und damit Stützmaterial. Das aufgetragene Trennmittel stellt die Voraussetzung für diese Entscheidung dar. Der Prozeß ist damit erheblich schneller als die im Stand der Technik beschriebenen Verfahren.

Das Ausführen von vollständigen Hohlräumen ist durch das schichtweise Füllen dieser zum Hohlraum gehörenden Querschnittsregionen mit Trennmittel möglich. Durch Lösen des Trennmittels nach Prozeßende und Entnahme des Bauvolumens und Entleeren der Kavität durch eine vorzusehende Öffnung wird der Hohlraum entformt.

Durch den Einsatz von drop-on-demand Drucksystemen aus dem Tintendruck für den Auftrag des Trennmittels stehen ausreichend genaue und sehr günstige Systeme zur Verfügung, die das Gesamtsystem gegenüber den vorbekannten Lösungen kostengünstiger werden lassen.

Zudem ist die Auswahl an verschiedenen Baumaterialien deutlich größer als bei den vorbekannten Verfahren, da die Stoffeigenschaften wie Viskosität und Oberflächenspannung im fließfähigen Zustand eine deutlich geringere einschränkende Wirkung beim Auftragsprozeß aufweisen. Somit sind Bauteile mit besseren Eigenschaften in Bezug auf Festigkeit, Steifigkeit, Härte und Oberflächengüte herstellbar.

Durch die große Materialauswahlmöglichkeit besteht zudem die Möglichkeit Materialkombinationen zu finden, die während des Bauprozesses nur geringe Emissionen verursachen und im ausgehärtetem Zustand nicht hautreizend sind, so daß hier wesentliche Voraussetzungen für ein bürokompatibles Gerät erfüllt sind.

Nach Prozeßende wird der komplette Bauraum als fester Block entnommen. Damit entfallen spezielle Handhabungseinrichtungen. Es treten keine losen Partikel

oder ungehärteten Flüssigkeiten auf, die die Umgebung verschmutzen oder den Bediener beeinträchtigen könnten.

Das Entfernen der nicht zum gewünschten Bauteil gehörenden Teile kann bei entsprechender Ausführung des Trennmittels ohne Hilfsmittel erfolgen.

- 5 Erfindungsgemäß ist auch ein Lösen des Trennmittels durch Lösemittel, vorzugsweise Wasser oder durch den Einfluß von Temperatur möglich.

Durch die vollständige Aushärtung des Formstoffes entstehen keine Sonderabfälle.

- 10 Mit der vorliegenden Erfindung können beliebig geformte Gegenstände in kurzer Zeit ohne Nutzung weiterer Verfahren hergestellt werden. Basis für das erfindungsgemäße Verfahren ist das Vorhandensein dreidimensionaler Computerdaten z.B. aus einem CAD-System. Wobei auch andere Datenquellen in Frage kommen. So sind z.B. auch Daten aus dreidimensional arbeitenden Scannern möglich.

- 15 Die Daten des gewünschten Körpers werden an den Kontrollrechner überführt, der dann der Körpergeometrie eine dünnwandige geschlossene Schale hinzufügt. Anschließend wird nur die Schalengeometrie softwaretechnisch senkrecht zur Bauachse entsprechend dem momentanen Baufortschritt geschnitten. Dem vorliegenden Schnitt wird eine ebenfalls dünnwandige
20 Gitterstruktur hinzugefügt, die das gesamte Baufeld abdeckt, um das Bauteil nach Prozeßende entformen zu können. Diese Geometriedaten werden aus einem Trennmittel auf der Bauplattform nachgezeichnet.

- Das Trennmittel wird dabei vorzugsweise über einen Tropfenerzeuger, ähnlich den im Tintendruck eingesetzten drop on demand Systemen, gesteuert über den
25 Kontrollrechner, aufgetragen. Um dies zu erzielen ist ein Dosierkopf mit einer oder mehreren Düsen an einer von zwei Achsen angebracht, die orthogonal zueinander beweglich sind und mit denen jeder Punkt des Baufeldes mit dem Tropfenerzeuger erreicht werden kann. Das im beheizten Dosierkopf flüssige Trennmittel erstarrt bei der Abkühlung nach dem Auftreffen auf der Bauplattform. Bedingt durch die bei der

Härtung steigende Oberflächenspannung und Viskosität des Trennmittels wird ein Zerfließen verhindert. So entsteht eine dreidimensionale Berrandung des Körperschnittes und zusätzlich das Gitter. Die Höhe dieser Trennmittel-Struktur über das bestehende Baufeld bestimmt die Schichtstärke.

- 5 Nach Fertigstellung des Trennmittelauftrages erfolgt der vom Kontrollrechner gestartete Formmassenauftrag. Dieser kann auf verschiedene Weise geschehen. Eine Möglichkeit besteht in der Bewegung eines Formmassen-Reservoirs über die Bauplattform, wobei über eine definierte Auslaßöffnung eine bestimmte Menge auf das Baufeld dosiert wird.
- 10 Eine andere Möglichkeit betrifft das Verteilen einer am Rand des Baufeldes bereitgestellten Menge der Formmasse auf dem Baufeld über ein Rakel oder eine Rolle.

- Denkbar ist auch ein Auftrag der Formmasse über eine Art Siebdruckverfahren. Hier wird ein Sieb auf Höhe der Schichtstärke über das Baufeld
15 gebracht, eine vorbestimmte Menge der Formmasse auf das Sieb aufgetragen und anschließend mit einem Rakel durch das Sieb gedrückt.

- Allen Verfahren gemein ist, daß ein enger Kontakt zwischen Formmasse und Trennmittel entsteht und die Höhe der neu aufgetragenen Formmasse mindestens einer Schichtstärke entspricht. Nach oder während des Formmassenauftrages tritt
20 die Härtung der Formmasse ein. Möglich wird dies durch einen temperaturbedingten Phasenwechsel oder eine Vernetzungsreaktion der Formmasse. Letztere kann durch das Zumischen einer Härterkomponente beim Auftrag erfolgen oder durch Strahlung induziert werden, die durch eine entsprechende Vorrichtung eingebracht wird.

- 25 Im nächsten Schritt wird die Schichtstärke eingestellt und überschüssiges Material z.B. über eine Absaugvorrichtung entfernt. Wichtig dabei ist, daß die Oberseite des Trennmittels danach freiliegt, um im nächsten Schritt einen direkten Kontakt des nächsten Trennmittelauftrages auf die bestehende Kontur und damit die geschlossene Schale aus Trennmittel zu ermöglichen. Dieser Vorgang kann

über geeignete Fräseinrichtungen oder eine bewegte Schneide realisiert werden. Bei entsprechender Ausführung des Schichtauftrages der Formmasse kann dieser Vorgang entfallen oder erst nach einer gewissen Anzahl von Schichten erfolgen, um die Bauteiltoleranz in der vertikalen Achse zu kontrollieren. Damit dieser Schritt entfallen oder in der Ausführungszahl verringert werden kann wird ist es notwendig, daß kein Formmassenmaterial auf die Trennmittelberandung aufgetragen wird oder diese Material bedingt durch Oberflächenkräfte wieder abfließt.

Im folgenden Schritt wird die Bauplattform um die Schichtstärke abgesenkt und der nächste Schnitt der Schale des Körpers im Steuerrechner verarbeitet. Der Prozeß beginnt wieder von neuem mit dem Trennmittelauftrag.

Dieser Ablauf wird bis zur Fertigstellung der letzten Schicht wiederholt. Danach wird das komplett gefüllte Bauvolumen aus dem Gerät genommen und die nicht zum Bauteil gehörenden ausgehärteten Formmassenteile, die als Stützkörper für den dreidimensionalen Körper gedient haben, entlang der Trennmittelberandung entfernt. Das eigentliche Bauteil kann anschließend noch von Trennmittelresten gereinigt werden. Dies kann mit Unterstützung von Lösemitteln, vorzugsweise Wasser erfolgen. Zudem können Kavitäten, die mit Trennmittel gefüllt sind, durch vorhandene oder eingebrachte Bohrungen geleert werden.

Die Erfindung wird im folgenden anhand einer Zeichnung ausführlich erläutert.

Es zeigt:

Figur 1: eine perspektivische Ansicht des Prozeßablaufes,

Figur 2: eine Draufsicht auf eine Schicht eines Körpers mit einem nicht entformbaren Hohlraum und

Figur 3: ein Diagramm eines Datenablaufs.

In Figur 1a ist das Absenken der Bauplattform 1 im Formkasten 2 um die Schichtdicke zu sehen.

Im Anschluß, in Figur 1b dargestellt, folgt das Auftragen des ersten Materials 3 mittels des Dosierkopfes 4 in vorbestimmten Regionen, die die dünne Berandung 5 des Querschnittes in der korrespondierenden Höhe des zu fertigenden Bauteils 6 entspricht. Zudem werden noch weitere Trennfugen 5 bis zum Rand des Formkastens 2 aufgetragen.

Figur 1c zeigt das Füllen der Schicht im Formkasten 2 mit der Formmasse 7 über das Dosiergerät 8.

Danach wird, wie in Figur 1d gezeigt, die Schichtstärke über einen Abtragsprozeß einer rotierenden Klinge 9 eingestellt, so daß die Trennfugen 5 wieder an die Oberfläche treten.

Figur 1e zeigt das nochmalige Absenken der Bauplattform 1.

Die in den Figuren 1b bis 1e gezeigten Vorgänge werden solange wiederholt, bis das vollständige Bauteil 6 aus dünnen Schichten des Formmaterials 7 entstanden ist. Das Bauteil wird dann, komplett in weitere Teile aus dem Formmaterial 7 eingebettet, aus dem Formkasten 2 entnommen und entformt.

Figur 1f zeigt das Entformen des Bauteils 6 durch Lösen der Teile außerhalb der Berandung an den Trennfugen 5.

Figur 2 zeigt die Draufsicht auf einen beispielhaften Schnitt eines Bauteils 6, der einen nicht entformbaren Kern 10 aufweist. Um den Hohlraum nach Prozeßende zu leeren, wird der Kern im ersten Material 3 ausgeführt. Nach Prozeßende wird das Material 3 dieses Bereichs gelöst und über eine Öffnung 11 entfernt. Deutlich zu erkennen sind die Trennfugen 5, die als Entformhilfen bei Prozeßende dienen. Damit können auch hinterschnittene Bauteile 6 entformt werden.

Figur 3 zeigt schematisch den Datenlauf des Prozesses. Dabei werden aus den 3D-CAD Daten 12 zunächst die Hülldaten 13 gewonnen. Dazu wird softwaretechnisch auf die Berandung des Körpers eine dünne Schale gesetzt.

- Zudem werden in diesem Lauf noch Anhand der Überprüfung von Hinterschnitten, die weiteren Trennfugen 5 generiert. Anschließend werden nur die Trennfugen 5 entsprechend der Schichtdicke im Rechner in dünne Scheiben geschnitten. Es entstehen Schichtdaten 14, die an die Steuerung 15 übergeben werden können.
- 5 Diese steuert nun entsprechend diesen Daten 14 den Dosierkopf 4 über das Baufeld 1, so daß die Trennfugen 5 entstehen. Dies erfolgt mit einer x-y Steuerung 16 des Dosierkopfes 4. Es erfolgt wieder anschließend ein Auftrag 17 der Formmasse 7 über das Dosiergerät 8. Der Vorgang wird von einem Härten 18 der Formmasse gefolgt.
- 10 Anschließend stellt die Steuerung 15 mit einem Werkzeug 9 in Schritt 19 die Schichtstärke ein. Danach wird die Bauplattform 1 in Schritt 20 abgesenkt. Es erfolgt anschließend in der Steuerung eine Abfrage 21, ob das Bauteil fertig ist. D.h. ob alle Schichtdaten 14 abgearbeitet sind. Ist dies nicht der Fall springt die Steuerung 15 zurück auf das Ansteuern 15 des Dosierkopfes 4, um die neue
- 15 Schicht zu beginnen. Der Prozeß wird bis zu der Entscheidung 21 wiederholt. Falls bei dieser Abfrage 21 festgestellt wird, daß das Bauteil 6 fertiggestellt ist, wird der Prozeß beendet. Man kann nun das Bauteil 6 dem Formkasten 2 in Schritt 22 entnehmen und in Schritt 23 entlang der Trennfugen 5 durch Entfernen des Stützkörpers entformen.
- 20 Dieses Entformen kann vereinfacht werden, wenn zum Erzeugen der Trennfuge ein Mittel verwendet wird, welches Wasser enthält. Das gesamte Bauteil kann dann nach der Entnahme aus dem Formkasten beispielsweise in einem Mikrowellenofen so erhitzt werden, daß das Wasser schlagartig verdampft und die entstehenden Kräfte die Teile des Stützkörper von dem eigentlichen Bauteil entlang
- 25 der Trennfuge abstoßen.
- Soll nicht nur ein Bauteil erzeugt werden, weil z.B. eine kleinere Serie von Bauteilen benötigt wird, so besteht die Möglichkeit, den Stützkörper zum Aufbau eines Formwerkzeuges zu verwenden.

Hierzu _ Blatt Zeichnungen

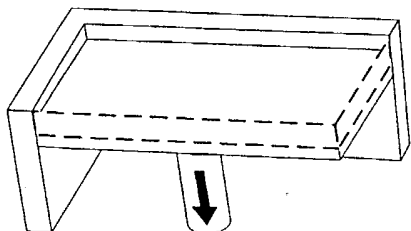
Patentansprüche

5

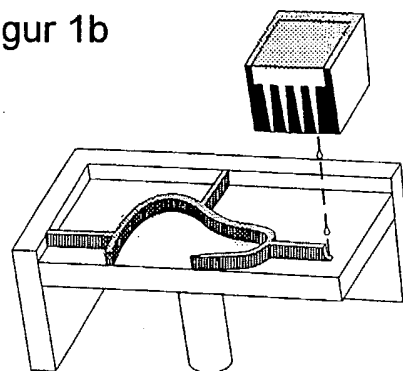
1. Verfahren zum Erzeugen eines dreidimensionalen Körpers, wobei der Aufbau schichtenweise durch gezieltes Auftragen von Material erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß in jeder Schicht zwei unterschiedliche Materialien aufgebracht werden, wobei ein Material gezielt linienförmig entlang der
10 Außenkontur des dreidimensionalen Körpers in der jeweiligen Schnittebene aufgetragen wird und mit dem zweiten Material Restflächen gefüllt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß durch den Auftrag des zweiten Materials der dreidimensionale Körper und ein Stützkörper aufgebaut werden und durch den gezielten Auftrag des ersten Materials eine
15 Trennfuge zwischen dem dreidimensionalen Körper und dem Stützkörper erzeugt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Material mit geringer Wandstärke aufgetragen wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung nicht
20 entformbarer Hohlräume das erste Material bei diesen Flächenanteilen gezielt flächig aufgetragen wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß Wachs als erstes Material verwendet wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß
25 Gießharz als zweites Material verwendet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Auftrag des zweiten Materials durch Fluten und Abrakeln erfolgt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß pulverförmiges Material als zweites Material verwendet wird.
- 5 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Auftrag des zweiten Materials durch Aufstreuen und Abstreifen erfolgt.
- 10 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der letzte schichtweise Auftrag in Verbindung mit einem Materialabtrag geglättet und nivelliert und das abgetragene Material entfernt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Materials mit einem Schreibkopf aufgetragen wird, der auf Abruf Tropfen ausstößt.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Material aus zwei einzeln nicht aushärtenden Komponenten besteht,
15 daß die Komponenten vor dem Auftragen gemischt werden und die Mischung nach dem Auftragen ausgehärtet wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Material durch ganzflächiges Bestrahlen ausgehärtet wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der
20 dreidimensionale Körper in einem Formkasten auf einer Bauplattform erzeugt und das zweite Material durch Wärmeleitung über die Bauplattform und den Formkasten ausgehärtet wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Material durch einen Sinterprozeß ausgehärtet wird.
- 25 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Material durch Begasen ausgehärtet wird.

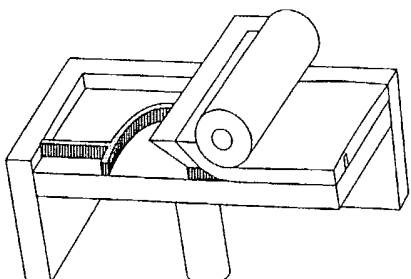
Figur 1a



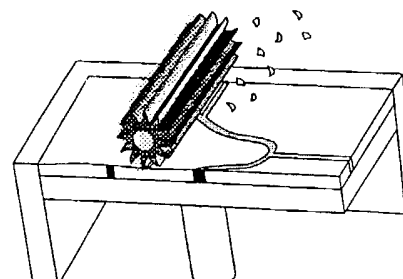
Figur 1b



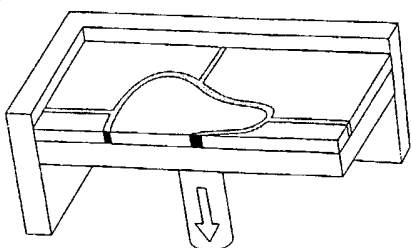
Figur 1c



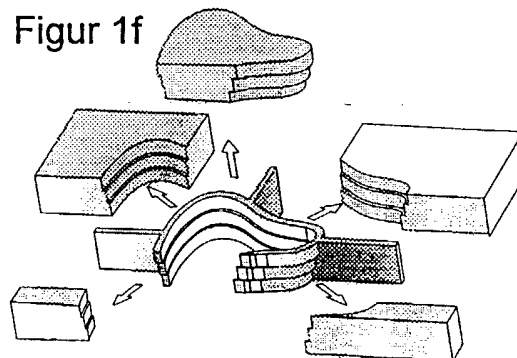
Figur 1d

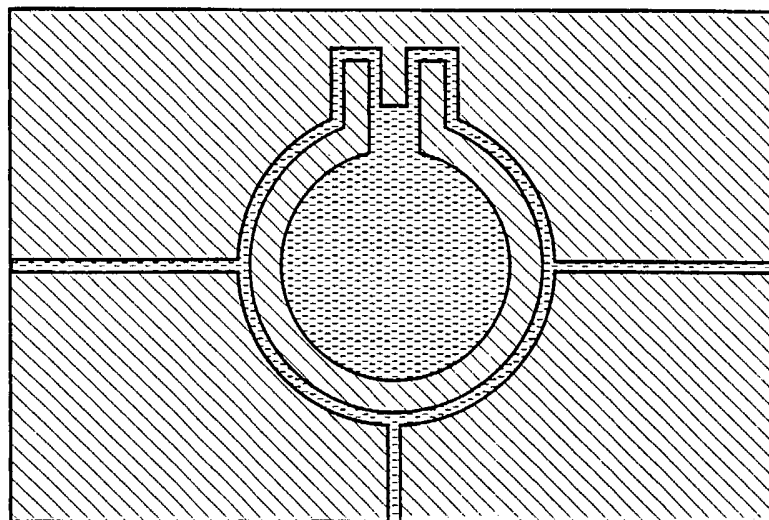
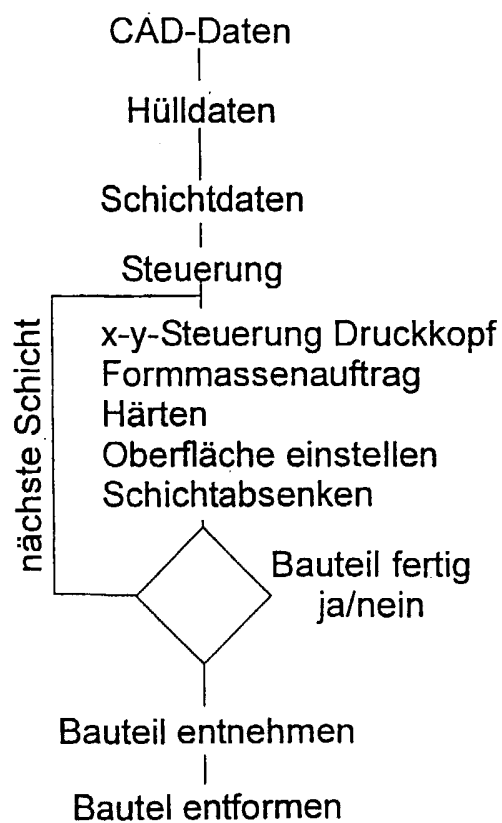


Figur 1e



Figur 1f



Figur 2**Figur 3**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internati Application No

PCT/EP 98/02154

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 B29C67/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 B29C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 503 785 A (CRUMP STEVEN SCOTT ET AL) 2 April 1996	1-6, 17-19, 21
Y	see the whole document ---	7-16, 20
Y	DE 195 28 215 A (HIMMER THOMAS DIPL ING) 6 February 1997	7-16, 20
	see the whole document ---	
A	EP 0 490 546 A (WEISS LEE E ; PRINZ FRITZ B (US); GURSOZ E LEVENT (US)) 17 June 1992	1-21
	see the whole document ---	
A	DE 44 36 695 C (EOS ELECTRO OPTICAL SYST) 21 December 1995	1-21
	see the whole document ---	
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 September 1998

Date of mailing of the international search report

17/09/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mathey, X

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internatl Application No

PCT/EP 98/02154

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 686 481 A (K NET SYSTEMS INC) 13 December 1995 see the whole document ---	1-21
A	WO 95 05935 A (ANGELIS ALFREDO DE) 2 March 1995 see the whole document -----	1-21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 98/02154

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5503785 A	02-04-1996	DE 19524013 A GB 2302836 A JP 9024552 A	02-01-1997 05-02-1997 28-01-1997
DE 19528215 A	06-02-1997	NONE	
EP 0490546 A	17-06-1992	US 5126529 A AT 133369 T CA 2056761 A DE 69116662 D DE 69116662 T JP 5186859 A US 5301415 A US 5286573 A	30-06-1992 15-02-1996 04-06-1992 07-03-1996 04-07-1996 27-07-1993 12-04-1994 15-02-1994
DE 4436695 C	21-12-1995	DE 19538257 A WO 9611790 A EP 0785859 A JP 9511705 T	18-04-1996 25-04-1996 30-07-1997 25-11-1997
EP 0686481 A	13-12-1995	JP 7186277 A WO 9518010 A	25-07-1995 06-07-1995
WO 9505935 A	02-03-1995	US 5398193 A EP 0722386 A	14-03-1995 24-07-1996

PCT/EP 98/02154

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internat es Aktenzeichen

PCT/EP 98/02154

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch, Nr.
A	EP 0 686 481 A (K NET SYSTEMS INC) 13. Dezember 1995 siehe das ganze Dokument ----	1-21
A	WO 95 05935 A (ANGELIS ALFREDO DE) 2. März 1995 siehe das ganze Dokument -----	1-21

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/02154

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5503785 A	02-04-1996	DE 19524013 A GB 2302836 A JP 9024552 A	02-01-1997 05-02-1997 28-01-1997
DE 19528215 A	06-02-1997	KEINE	
EP 0490546 A	17-06-1992	US 5126529 A AT 133369 T CA 2056761 A DE 69116662 D DE 69116662 T JP 5186859 A US 5301415 A US 5286573 A	30-06-1992 15-02-1996 04-06-1992 07-03-1996 04-07-1996 27-07-1993 12-04-1994 15-02-1994
DE 4436695 C	21-12-1995	DE 19538257 A WO 9611790 A EP 0785859 A JP 9511705 T	18-04-1996 25-04-1996 30-07-1997 25-11-1997
EP 0686481 A	13-12-1995	JP 7186277 A WO 9518010 A	25-07-1995 06-07-1995
WO 9505935 A	02-03-1995	US 5398193 A EP 0722386 A	14-03-1995 24-07-1996